

УДК 53.539.23, 53.539.25

СТРУКТУРА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОПРОВОЛОК, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В КАНАЛАХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН

Иван Максимович Иванов

*Студент 4 курса, бакалавриат
кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Жигалина О.М.**доктор физико-математических наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, ведущий научный сотрудник ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН*

В настоящее время развиваются области науки и техники, связанные с исследованием размерного фактора – зависимости физико-химических свойств материалов и структур от их размера [1]. Примером подобных материалов являются металлические нанопроволоки (НП), для получения которых может использоваться метод шаблонного синтеза. Данный метод основан на заполнении пространства пор шаблона требуемым веществом [2].

Представляется перспективным изучение НП из двух и более металлов. В этом случае наиболее интересным приобретаемым свойством является гигантское магнетосопротивление (ГМС) – квантомеханический эффект, наблюдаемый в тонких металлических плёнках, состоящих из чередующихся ферромагнитных и немагнитных слоев. Эффект состоит в существенном изменении электрического сопротивления такой структуры при различном взаимном направлении намагниченности соседних слоев [3]. Все современные магнитные носители информации используют это свойство.

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что информация о структуре слоёвых НП практически отсутствует. В связи с этим, целью данной работы было изучение структуры НП, состоящих из чередующихся немагнитных и ферромагнитных слоев Cu-Ni, методами просвечивающей (ПЭМ) и растровой (РЭМ) электронной микроскопии.

Образцы для структурных исследований были получены гальваническим осаждением массивов Cu/Ni в потенциостатическом режиме.

На рис. 1а представлено РЭМ-изображение массивов НП. Длина НП достигала 1,5-5,0 мкм, диаметр – 100 нм. На микрофотографиях отдельных нанопроволок, полученных методом ПЭМ, хорошо видна их зёрнистая структура (Рис. 1б). Размер отдельных зёрен составил 20-100 нм.

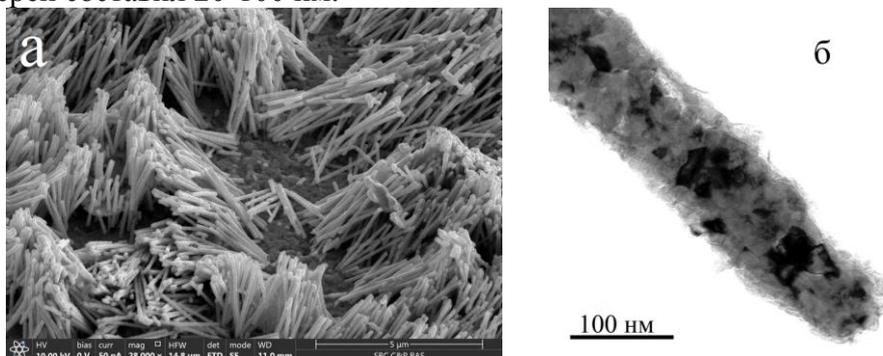


Рис. 1. Структура НП Cu-Ni: а) РЭМ-изображение массивов НП; б) ПЭМ-изображение отдельной НП

Элементный анализ показал, что слои Ni и Cu в одной НП могут располагаться перпендикулярно к ее оси или под некоторым углом (Рис. 2). Также установлено, что звенья одной нанопроволоки могут иметь различную толщину. Необходимо отметить, что изменение толщины от звена к звену происходит постепенно. На рисунке 2 толщина слоев НП меняется от 50 до 400 нм. Вероятной причиной этого является неодинаковость условий роста – по мере приближения растущей НП к устью поры матрицы длина части поры, оставшейся незаполненной, уменьшается, что приводит к увеличению тока, ускорению осаждения и, следовательно, увеличению толщины осажденного слоя. Изменение соотношения толщин также может быть следствием неодинаковой диффузионной подвижности ионов различных металлов.

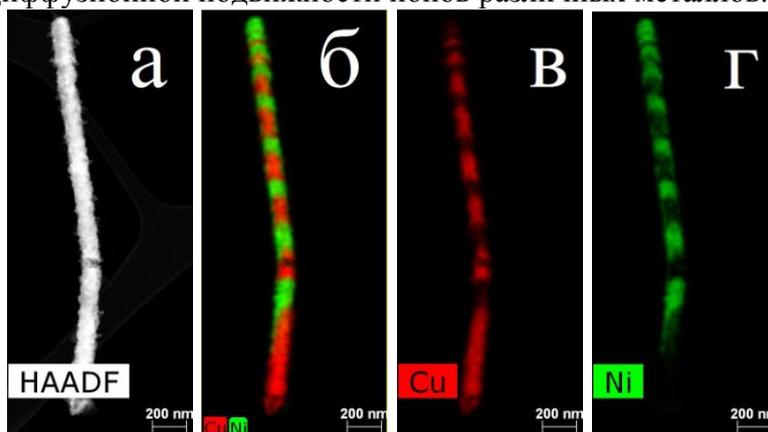


Рис. 2. Расположение слоёв в НП: а) ПРЭМ-изображение с z-контрастом, б-г) карты распределения химических элементов

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

Литература

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 416 с.
2. Бедин С.А. Получение и исследование металлических реплик на основе трековых мембран: дис. ... канд. ф.-м. наук: 01.04.7. М., 2012. 136 с.
3. Никитин С.А. Гигантское магнитосопротивление // Соросовский обзорный журнал. 2004. Т. 8, № 2. С. 92—98.